


High efficiency energy saving refrigeration compressor

Publication number: CN1409007
Publication date: 2003-04-09
Inventor: LIN DEFANG (CN)
Applicant: KESIYA DIGITAL ELECTRIC SHENZH (CN)
Classification:
- international: **F04B35/04; F24F11/02; H02K7/18; F04B35/00; F24F11/02; H02K7/18; (IPC1-7): F04B35/04**
- european:
Application number: CN20001031012 20001228
Priority number(s): CN20001031012 20001228

Also published as:

 CN1211581C (C)

[Report a data error here](#)

Abstract of CN1409007

The efficient energy-saving refrigerating compressor includes a motor and a electrically driven compression pump connected inside one identical casing. It features the permanent magnetic brushlessDc motor comprising stator iron core, three-phase stator winding, rotor iron core and rotor magnet steel. The stainless steel jacket outside the rotor magent steel fixes the rotor magnet steel and the rotor iron core together. The three-phase stator winding is connected to DC variable-frequency circuit. The compressor of the present invention has the advantages of fast refrigerating speed, less noise, high efficiency and high power factor.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00131012.7

[43] 公开日 2003 年 4 月 9 日

[11] 公开号 CN 1409007A

[22] 申请日 2000.12.28 [21] 申请号 00131012.7

[71] 申请人 科西亚数码电气(深圳)有限公司

地址 528200 广东省南海市第9号信箱

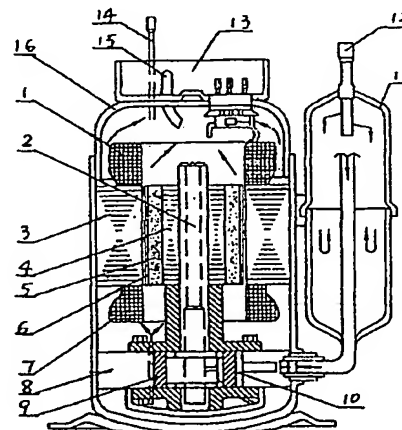
[72] 发明人 林德芳

权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

[54] 发明名称 一种高效节能制冷压缩机

[57] 摘要

一种高效节能制冷压缩机,包括电机(7),与电动传动连接的压缩泵(10,24),电机与压缩泵密封在同一壳体(16)内,其特征在于:电机(7)为含有定子铁芯(3)、三相定子绕组(1)、转子铁芯(4)、转子磁钢(5)的永磁无刷直流电动机,转子磁钢(5)外部包有不锈钢套(6)将转子磁钢(5)与转子铁芯(4)固定于一体,三相绕组(1)与直流变频电路相接,本压缩机具有制冷速度快、噪音小、高效节能、系统整体功率因数高等优点。



1、一种高效节能制冷压缩机，包括用耐氟绝缘材料制成的电机（7），与电动机驱动轴（2）传动连接的压缩泵（10，24），电机与压缩泵密封在同一壳体（16）内，其特征在于：所述的电机（7）为含有定子铁芯（3）、三相定子绕组（1）、固定在电动机驱动轴上的转子铁芯（4）、装在转子铁芯上的转子磁钢（5）的永磁无刷直流电动机，所述的转子磁钢（5）外部包有不锈钢套（6）将转子磁钢（5）与转子铁芯（4）固定于一体，所述定子铁芯上的三相绕组（1）与直流变频电路相接。

2、根据权利要求1所述的高效节能制冷压缩机，其特征在于：所述与电机传动连接的压缩泵为活塞压缩泵（24），其转子铁芯轴向两端装有平衡块（23）、（29），平衡块与磁钢之间设有可防止转子磁钢（5）轴向磁短路的非磁性隔磁板（30）。

3、根据权利要求1或2所述的高效节能制冷压缩机，其特征在于：所述电机（7）是永磁无刷无槽直流电动机，其定子铁芯（3）为圆筒形，定子三相绕组（1）均匀地粘贴在其内表面上。

4、根据权利要求1或2所述的高效节能制冷压缩机，其特征在于：所述电动机的主磁极由径向的转子磁钢组成，同时设有对主磁极有聚磁作用的辅助磁极，所述辅助磁极是由在圆周向相邻径向转子磁钢之间或径向转子磁钢轴向两端设置的对主磁极有向气隙方向聚磁作用的切向磁钢（21，31）组成。

5、根据权利要求3所述的高效节能制冷压缩机，其特征在于：所述电动机的主磁极由径向的转子磁钢组成，同时设有对主磁极有聚磁作用的辅助磁极，所述辅助磁极是由在圆周向相邻径向转子磁钢之间或径向转子磁钢轴向两端设置的对主磁极有向气隙方向聚磁作用的切向磁钢（21，31）组成。

一种高效节能制冷压缩机

本发明属一种制冷压缩机。

传统的冰箱和空调制冷是采用单相异步电动机定速压缩机在全压下起动，起动电流很大，是额定工作电流的 4~6 倍，对家庭电网电路会产生很大冲击，对家用电器有严重干扰，而且噪音大，工作效率低，费电。为了提高制冷压缩机的综合性能，只有对压缩机电动机进行调速控制，运行节能模式，所以目前在冰箱和空调器的制冷上已有采用交流变频压缩机的，这种制冷压缩机工作效率有所提高，但存在功率因数较低的不足，因其功率因数只能达到 0.6~0.7，电网损耗较大，而且由于交流电机的转速与极数是相互制约的，其最高转速低于 3000 转/分，所以影响了冰箱与空调制冷速度与精度的提高。

本发明旨在提供一种能使冰箱和空调器等制冷设备实现快速制冷，工作效率高、省电、对电网无冲击，无干扰，噪音小并能提高电网品质的高效节能制冷压缩机。

实现上述目的的技术方案是（参见实施例图）：本发明包括用耐氟绝缘材料制成的电动机（7），与电动机驱动轴（2）传动连接的压缩泵（10，24），电动机与压缩泵密封在同一壳体（16）内，其特征在于：所述的电动机（7）为含有定子铁芯（3）、三相定子绕组（1）、固定在电动机驱动轴上的转子铁芯（4）、装在转子铁芯上的转子磁钢（5）的永磁无刷直流电动机，所述的转子磁钢（5）外部包有不锈钢套（6）将转子磁钢（5）与转子铁芯（4）固定于一体，所述定子铁芯上的三相定子绕组（1）与直流变频电路相接。

在本发明密封式制冷压缩机里，永磁无刷直流电机要直接工作在制冷剂（氟里昂）的气体和冷冻润滑油的混合物中，所以电动机的绝缘材料均采用具有耐氟性能的材料，通常的转子磁钢是用胶粘与转子铁芯固定于一体的，若用于制冷压缩机，粘胶易被制冷剂腐蚀，所以本发明在转子磁钢外面包有不锈钢套（6），不锈钢套不导磁，强度好，耐腐蚀，所以将其包在转子磁钢外一方面可用机械固定方式将转子磁钢与转子铁芯固定为一体，一方面可把磁钢与氟利昂隔离开来，本发明所设的直流变频电路可使定子铁芯上的三相绕组在电机气隙中产生旋转磁场，带动转子转

动，并可通过调整直流变频电路的频率来调整转子的转速。

本发明具有如下优点：

1、由于永磁无刷直流电动机的转速不受极数的制约，所以本发明可以根据需要将电机的额定转速设计到 3000 转/分以上，再通过直流变频方便地进行无级调速，从而提高压缩机的制冷速度，达到快速制冷的目的，本发明的直流变频制冷率可达定速制冷的 3 倍左右，可达交流变频制冷的 1.5~2 倍；

2、本发明可使制冷压缩机高速运转而快速产生大冷量，使冰箱或空调在很短时间内达到设定制冷的温度，然后再通过变频调速以较低速度工作，产生少量维持的冷量，也就是可以以“快速制冷，可变制冷，低速维持”的状态工作，使压缩机提供的制冷量与冰箱或空调负载大小相适应，并处于低速、低压比情况条件下运转，从而可避免压缩机频繁起动造成的电力浪费和减少停机压力的损失，采用本发明的致冷设备可比一般定速制冷设备省电 30~40%，同时由于本压缩机可在绝大部分时间里处于低速低负荷运行状态，与压缩机容量相比，可进一步提高致冷设备热交换器的容量比率，低压比状态的运转还可大幅度提高压缩机的机械效率、压缩效率、容积效率，降低功耗，提高能源效率；

3、本发明采用直流变频电路驱动永磁无刷直流电机，可使电机在很低的电压条件下起动，因而在电流很小的情况下获得足够的起动转矩，实现软起动，避免了对电网和家用电器的冲击和干扰，并可延长压缩机和电机的寿命；

4、本发明采用的电机定子有三相绕组，转子磁极采用永磁磁钢励磁，无须励磁线圈，所以具有节能，不发热的优点；

5、交流变频致冷压缩机效率低，功率因数只有 0.6~0.7，特别是在轻负载低速时，功率因数更低，增加了电网的无功功率和损耗，由于本发明采用的永磁无刷直流电机效率高，从而可使系统整体的功率因数达到 92%以上，减少了电网的无功功率和损耗，提高了电网品质；

6、由于本发明可以“高速制冷，低速维持”的状态运转，避免了频繁起动，从而可大幅降低噪音；

7、温控精度高，例如对冰箱而言，本发明的温控精度可达 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以内，从而可最大限度地使食物保持湿度、新鲜度；对空调而言，定速空调靠开—停方式控温，其控制温度只能达到设定温度的 ± 3 度，由于室温波动大，人为感到不舒服，而采用本发明的空调在室内温度接近设定温度时，压缩机在变频器的控制下低速运转，以维持室内与外界的热平衡，从而控制温度精度可达到设定温度的 ± 0.5 度，从而

使能源效率和舒适性均大幅提高。

8、本发明用于空调热运行时，可改善空调器的低温特性，在冬季，空调器作热泵运行时，如果环境温度很低，则室外热交换器与环境的热交换量减少，室内热交换器放出的热量也减少，房间温度达不到设定值。现有空调是采用辅助电加热，由于电加热的热效率低，耗电量必然增高，而采用本发明的空调可以通过传感器测得温度来控制压缩机的转速，如气温过低，增加转速，使工质循环量增加，以提高室外热交换器的换热量。加上制热运行时，室内侧的热交换器为冷凝器，其放出的热量等于室外机换热量与电机功率之和，所以当压缩机转速增加的同时，电机功率迅速提升，这部分提升的功率叠加给室内机热交换器，可达到快速升温的功能。

9、可使空调快速除霜，减少室温波动，采用本发明进行高速除霜时，不但能减少时间，而且可使室温波动由原来定速空调的 6°C 减少到 2°C 度，提高舒适性。

10、现有的空调是按房间的最大负荷来选定空调器的制冷能力（功率），但常规空调压缩机是定速运行的，大部分运行时间里空调器的制冷量都远远超过房间的热负荷，满负荷工作的时间仅为 10~20%，压缩机制冷的过剩，造成制冷剂在蒸发器内得不到充分的蒸发，达不到要求的过热度，导致制冷剂流动阻力增大，蒸发温度下降，空调器的制冷量下降，能耗增大，COP 值降低，本发明压缩机则能克服上述弊病。

附图及附图标号说明：

图 1、本发明实施例 1 用于空调器的制冷压缩机结构示意图

图 2、图 1 所示实施例 1 采用的无极靴永磁无刷有槽电动机剖面结构示意图

图 3、实施例 2 采用的有极靴永磁无刷直流电动机剖面结构示意图

图 4、实施例 3 采用的带辅助极的永磁无刷有槽直流电动机结构示意图

图 5、实施例 4 采用的带辅助极的永磁无刷无槽直流电动机结构示意图

图 6、采用本发明实施例的直流变频空调器与现有技术采用定速压缩机的空调器温控精度比较示意图

图 7、本发明实施例 5 用于冰箱的致冷压缩机结构示意图

图 8、实施例 6 冰箱制冷压缩机采用带辅助极的永磁无刷直流电机结构示意图

图 9、图 8 所示带辅助极的永磁无刷直流电动机聚磁磁路示意图

图 10、本发明采用的直流变频电路方框原理图

图 11、本发明实施例 6 采用的直流变频电路图

图 12、本发明直流变频调制方式与现有技术交流变频调制方式比较图

图 13、本发明实施例 6 与现有技术定速压缩机的制冷速率比较图

1-三相定子绕组 2-驱动轴 3-定子铁芯 4-转子铁芯 5-转子磁钢 6-不锈钢套
7-电动机 8-汽缸 9-压缩泵转子 10-旋转压缩泵 11-储液器 12-吸入管
13-终端箱 14-流程管 15-排出管 16-壳体 17-气隙 18-齿槽
19-切向磁钢 20-极靴 21-切向磁钢 22-转子铁芯 23-平衡块
24-活塞式压缩泵 25-活塞 26-滑块 27-进气管 28-排气管 29-平衡块
30-隔磁板 31-切向磁钢

实施例 1

本例为用于空调器的制冷压缩机，永磁无刷直流电动机 7 包括驱动轴 2、固定在驱动轴上的转子铁芯 4、装在转子铁芯 4 外的瓦形转子磁钢 5、定子铁芯 3、嵌在定子铁芯槽内的三相定子绕组 1，定子与转子之间留有一定间隙 17，瓦形转子磁钢 5 外包有将其与转子铁芯 4 固定于一体的不锈钢套 6，瓦形转子磁钢采用充磁方向为径向取向的各向异性的铁氧体永磁或钕铁硼永磁，定子三相绕组与直流变频电路相连。

上述电机为无极靴永磁无刷有槽电动机，其剖面结构图如图 2 所示。

本例采用的压缩泵是旋转压缩泵 10，直流无刷电机驱动轴 2 与旋转压缩泵转子 9 传动连接，带吸入管 12 的储液器 11 与压缩泵连通，旋转压缩泵 10 与永磁无刷直流电动机共同密封在带排出管 15 的壳体 16 内。电机的绝缘材料均采用耐氟材料制成。

实施例 2（参见图 3）

本例采用的电机转子磁极是由相邻两块切向磁钢 19 及磁钢端头之间的高导磁软钢极靴 20 组成，两块切向磁钢 19 发出的磁通可同时通过极靴 20 挤向气隙 17，形成很强的聚磁效应，使气隙磁密大幅度增加，提高了电动机的出力与快速响应。

为了提高永磁无刷直流电动机的气隙磁通密度，下面的实施例采用了带辅助级结构的永磁无刷直流电动机，即电机的主磁极由径向的转子磁钢组成，同时设有对主磁极有聚磁作用的辅助磁极，所述辅助磁极是由在圆周向相邻径向转子磁钢（主磁极）之间或径向转子磁钢轴向两端设置的对主磁极有向气隙方向聚磁作用的切向磁钢组成。

实施例 3（参见图 4）

本例采用的是无极靴永磁无刷有槽直流电动机，转子包括套有转子轭的驱动轴 2（图中未画出转子轭），转子上固定的转子磁钢 5 是凸极结构的径向磁钢，组成主

磁极，定子与转子之间设有径向气隙 17，在转子圆周向的相邻主磁极之间设有贴在相邻两径向磁钢侧面的切向磁钢 21，形成对主磁极有聚磁作用的辅助磁极。

实施例 4（参见图 5）

本例采用的是无极靴永磁无刷无槽直流电动机，其定子铁芯为圆筒形，定子绕组 1 均匀地地粘贴在其内表面上，本例转子上固定的转子磁钢 5 是凸极结构的径向磁钢，组成主磁极，定子与转子之间设有径向气隙 17，在转子圆周向的相邻主磁极之间设有贴在相邻两径向磁钢侧面的切向磁钢 21，形成对主磁极有聚磁作用的辅助磁极。

本例为无槽电动机，无槽电动机的优点是定子铁芯不易饱和，但同时带来的不足是定子与转子之间的间隙较大，会导致气隙磁通密度降低，而且转子轭部易饱和，所以本例的进一步方案是设置了对径向磁钢（主磁极）有聚磁作用的辅助磁极，辅助极产生的切向磁通不但可顶掉相邻主磁极间的漏磁通，而且使漏磁通变为主磁通，同时自身还产生主磁通，这样分别以径向和切向不同方向通过主磁极和辅助磁极的磁通即会同时挤向气隙 17，使气隙磁密显著增加，提高压缩机的出力和快速响应。

实施例 5（参见图 7）

本例为本发明用于冰箱的压缩机，与电机传动连接的压缩泵为活塞压缩泵 24，永磁无刷直流电机 7 包括驱动轴 2、固定在驱动轴上的转子铁芯 4 和 22、装在转子铁芯外的瓦形转子磁钢 5、定子铁芯 3、嵌在定子铁芯槽里的定子绕组 1，所述瓦形转子磁钢外包有将其与转子铁芯固定于一体的不锈钢套 6，瓦形磁钢采用充磁方向为径向取向的各向异性的铁氧体永磁或钕铁硼永磁体，所述定子绕组为三相绕组，定子三相绕组与直流变频电路相连，所述转子铁芯 4、22 为硅钢片叠层，其轴向两端装有半圆偏心平衡块 23、29，平衡块与磁钢之间设有可防止转子磁钢 5 轴向磁短路的非磁性隔磁板 30。

由于冰箱活塞式制冷压缩机电动机负载是往复式压缩泵，其负载转矩是周期性变化的，故本例在永磁无刷直流电动机转子铁芯两端固定有平衡块，利用旋转惯性实现使运动到终端的活塞作转向运动的过渡，保证电机平稳运行。

本例的转子铁芯是由两段转子铁芯 4、22 组成，其中一段转子铁芯 4 内径较大，与电机驱动轴之间形成一段空隙，两段转子铁芯外径相同并轴向铆合为一体固定在驱动轴 2 上，这种部分中空的结构可适当减轻电机重量。

实施例 6（参见图 8、图 9）

本例在实施例 5 的结构基础上，在每一极径向转子磁钢 5 轴向两端设有切向磁钢 31，径向磁钢为主磁极，切向磁钢形成对主磁极有聚磁作用的辅助磁极。

实施例 5 在转子铁芯轴向两端设有平衡块 23、29，可以利用旋转惯性解决活塞往返运动的转向过渡问题，尽管在其与磁钢之间设有隔磁板 30，但由于平衡块与磁钢端面间隙很小，不可避免地会短路部分磁钢的磁路，增加了电机漏磁，降低了气隙磁密，影响了电机的出力和快速响应。而本例所设的辅助磁极切向磁钢 31 具有“轴向聚磁”效应，参见图 9，辅助磁极产生的切向磁通不但顶掉了漏磁通，将漏磁通变成了主磁通，使主磁通 ϕ_1 增加，同时辅助磁极自身还产生主磁通 ϕ_2 ，从而使主、辅磁极径向、切向的不同角度的磁通同时挤向气隙，“冲”向定子铁芯 3，这种很强的“轴向聚磁”效应可以使气隙磁密得以“浓缩”，大幅增加总磁通 ($\phi_1 + \phi_2$)，因而可在不提高成本的前提下提高电机的出力和快速响应以及压缩机的性能价格比，实现工作可靠和小型轻量化，使直流变频冰箱的综合性能优势得以充分发挥，本例的起动转矩可达到额定转矩的 3-5 倍，从而保证了压缩机的快速启动和平稳运行。

图 10 为本发明直流变频的方框原理图，220 伏交流电压经整流变直流后经大功率模块组成的逆变器实现“换相”，把直流电压转换成三相交流电的脉冲电压信号，控制三相定子绕组按一定顺序工作，在电机气隙中产生旋转磁场。

本例所采用的直流变频电路如图 11 所示，其逆变器部分是由六个功率开关管组成的三相桥式电路，三相桥式输出端分别接压缩机定子绕组的三相绕组。

本发明所连接的直流变频电路逆变器最典型的输出方式就是图 12 (a) 所示的等宽脉宽调制 PWM 方式，而现有交流变频制冷压缩机逆变器输出的电压通常是图 12 (b) 所示的不等宽脉宽调制 PWM 方式，前者具有力矩大、灵敏度高的特点。如图 13 所示，本发明的初始快速制冷能力可达到传统定速压缩机 (50HZ) 的 3 倍左右。

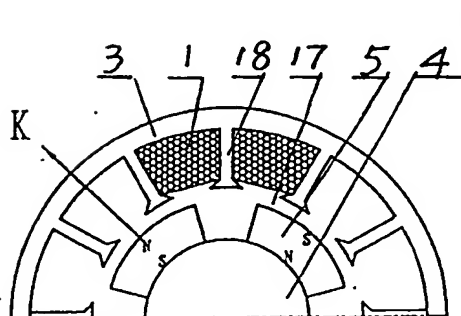
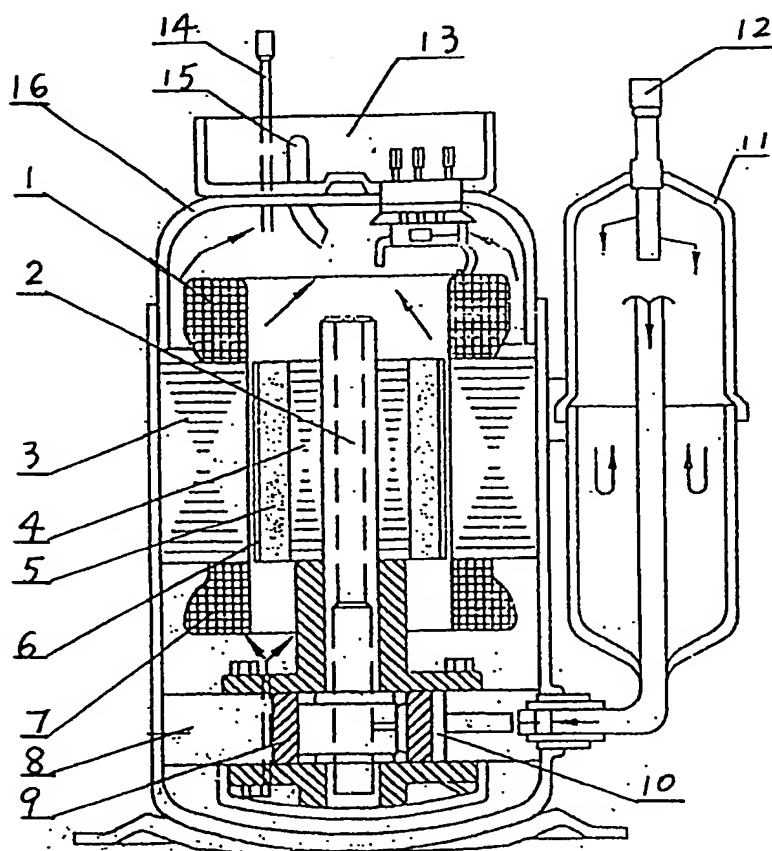


图 2

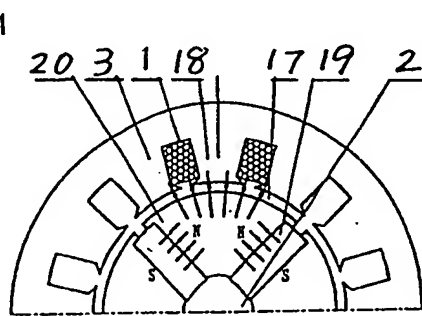


图 3

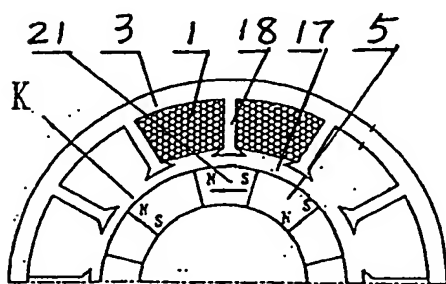


图 4

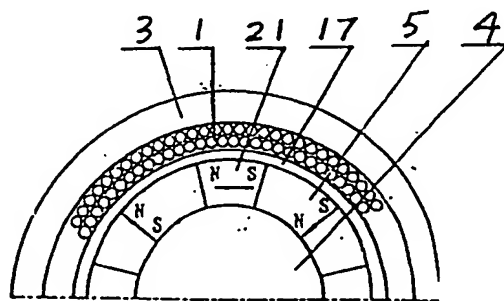


图 5

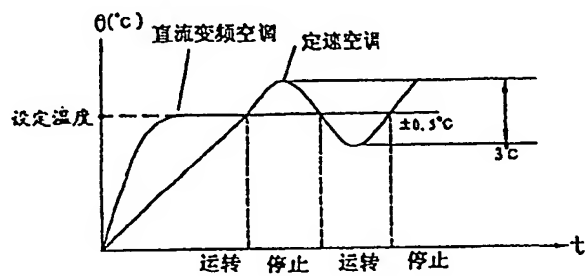


图 6

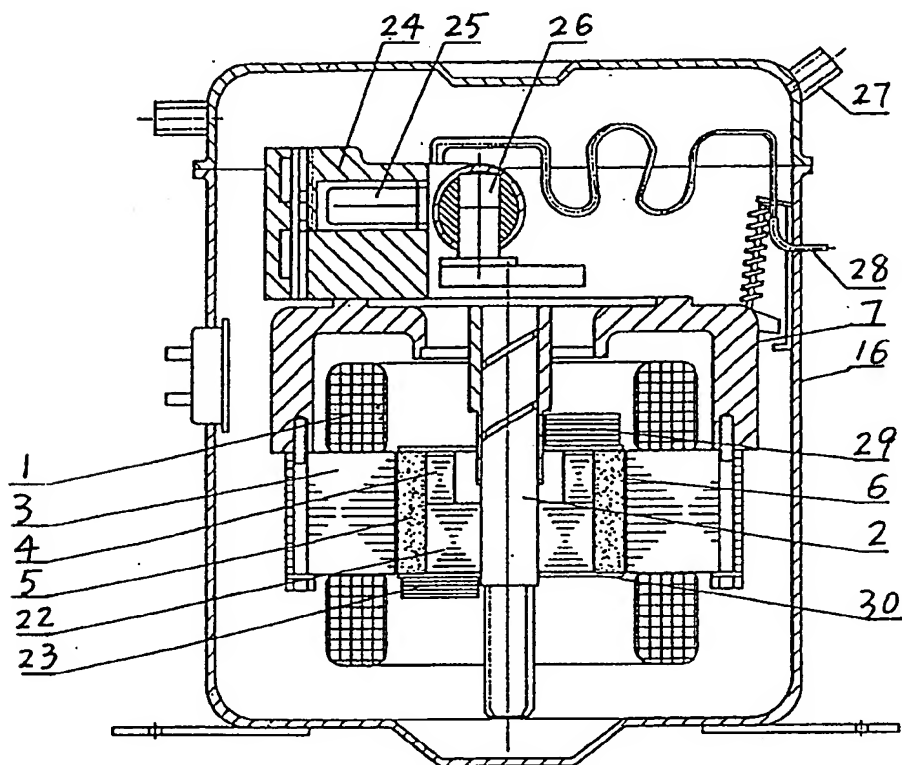


图 7

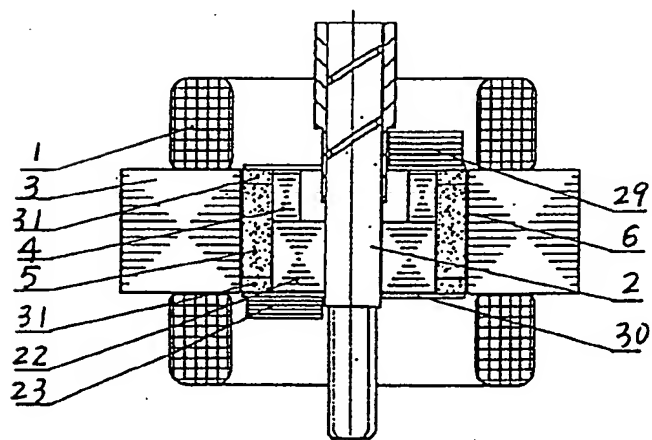


图 8

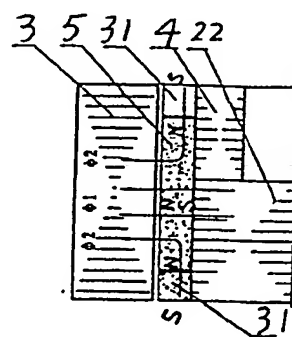


图 9

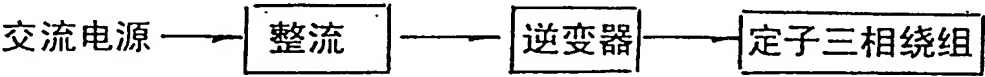


图 10

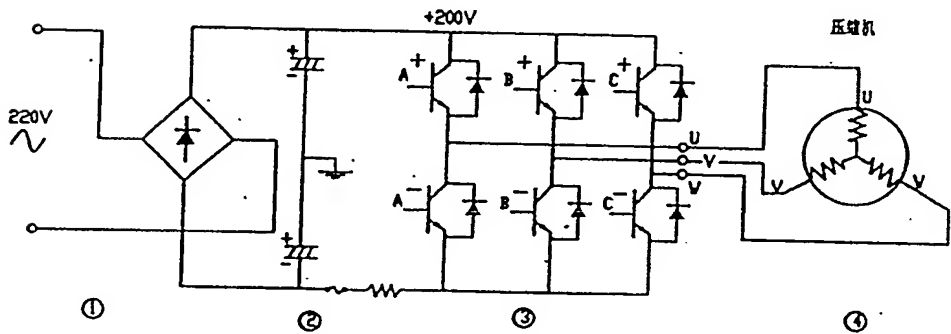


图 11

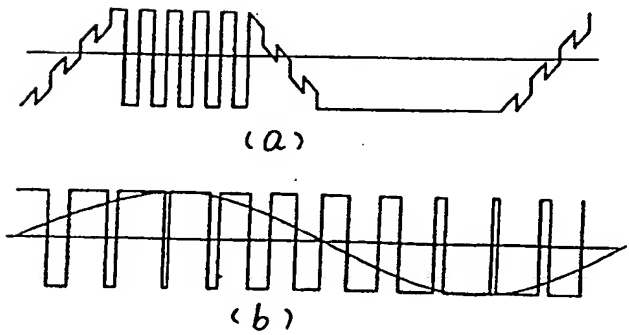


图 12

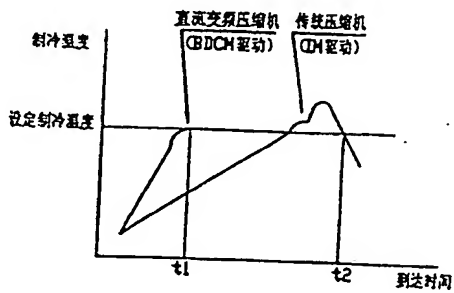


图 13